

OPTIMALISASI METODE *ELECTROPLATTING* KOAGULASI TERHADAP PENURUNAN KADAR LOGAM ZINKUM (Zn) PADA AIR BUANGAN LIMBAH INDUSTRI PENGOLAHAN KARET

Abdul Chalik Nasution

Fakultas Teknik Universitas Tjuk Nyak Dien

E-mail : fadlan_52@yahoo.com

Sri Pratiwi Aritonang

Fakultas Teknik Sekolah Tinggi Teknologi Immanuel

E-mail : pratiwiaritonang@gmail.com

Muhammad Ridwan Harahap

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

E-mail : ridwankimia@ar-raniry.ac.id

Abstrak: Penelitian tentang penggunaan metode *electroplating* koagulasi untuk menurunkan konsentrasi logam Zn dalam air limbah industri karet telah dilakukan. Limbah yang digunakan memiliki karakteristik kontaminan Zn 1.2771 mg/L. Percobaan dilakukan dengan tegangan listrik 12 Volt, kuat arus 10 A, variasi waktu 0, 15, 30, 45, sampai 60 menit, variasi pH limbah 4, 7, dan 8, karakteristik plat elektroda dengan panjang 10 cm, lebar 2 cm dan ketebalan 0,5 mm, serta volume sampel sebanyak 1 liter dalam keadaan statis. Analisis Zn pada hasil akhir digunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan penurunan konsentrasi logam Zn pada pH 7 dengan waktu kontak 60 menit, yakni sebesar 99,56 %.

Kata Kunci: *electroplating*, koagulasi, zinkum, limbah, industri karet.

PENDAHULUAN

Masalah pencemaran lingkungan dan kemusnahan sumber daya alam menjadi masalah utama yang dihadapi oleh hampir semua negara pada saat ini. Diantara pencemaran tersebut diatas didapati bahwa pencemaran air telah menjadi salah satu dari pada masalah utama yang dihadapi oleh masyarakat dewasa ini. Beberapa jenis bahan pencemar yang biasa ditemukan adalah bahan kimia dan bahan mikrobiologi. Pencemaran yang disebabkan oleh bahan kimia pada umumnya adalah pencemaran oleh bahan kimia organik maupun bahan kimia anorganik (khususnya akibat pencemaran logam-logam berat). Logam- logam berat ini dapat menumpuk dalam tubuh manusia, hewan, tumbuhan yang akhirnya meracuni sistem kekebalan tubuh.

Muhammad Ridwan Harahap

Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul yang tinggi. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Logam berat yang sering mencemari lingkungan perairan adalah : Hg, Zn, Cd, As, dan Pb (Notohadiprawiro, T. 1993).

Perawatan pencemaran air mempunyai nilai (biaya) yang cukup tinggi sehingga mempengaruhi harga produk. Upaya pemulihan kondisi air cemar, bagaimanapun akan memerlukan biaya yang mungkin lebih besar tetapi bila dibandingkan dengan nilai efek yang ditimbulkan pada kesehatan semua makhluk hidup jauh lebih besar.

Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh melebihi dosis yang dapat diserap oleh tubuh maka akan menumpuk. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama perairan telah terkontaminasi logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan. Kontaminasi logam berat ini dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga (Putra, E. Sinly dan Putra, A. Johan. 2000).

Penelitian mengenai metode elektrokoagulasi telah dilakukan. Sunardi (2007)¹ telah meneliti pengaruh tegangan listrik dan kecepatan alir terhadap hasil pengolahan limbah cair yang mengandung logam Pb, Cd dan TSS menggunakan alat elektrokoagulasi. Hal ini yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian tentang pengolahan limbah yang lebih mudah, efisien dan praktis.

PEMBAHASAN

1. Pembuatan Larutan Standar Logam Seng 100 mg/L

Sebanyak 10 mL larutan induk logam Seng 1000 mg/L dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL lalu diencerkan dengan akuades sampai garis tanda dan diaduk sampai homogen.

2. Pembuatan Larutan Standar Logam Seng 10 mg/L

Sebanyak 10 mL larutan induk logam Seng 100 mg/L dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL lalu diencerkan dengan akuades sampai garis tanda dan diaduk sampai homogen.

3. Pembuatan Larutan Seri Standar Logam Seng 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5 mg/L

¹ Lihat Sunardi. (2007).
Muhammad Ridwan Harahap

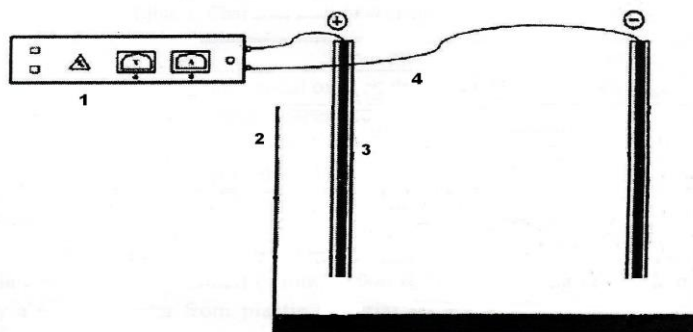
Sebanyak 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5 mL larutan induk logam Seng 10 mg/L dimasukkan ke dalam 4 buah labu takar 50 mL lalu kemudian diencerkan dengan akuades sampai garis tanda dan diaduk sampai homogen sehingga diperoleh larutan seri standar logam Seng 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 mg/L.

4. Pembuatan Kurva Standar Logam Seng

Larutan seri standar logam Seng 0,5 mg/L dibuat pH 2-4 kemudian diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom pada $\lambda_{\text{spesifik}} = 213,9 \text{ nm}$. Perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali dan dilakukan hal yang sama untuk larutan seri standar 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5 mg/L.

5. Rangkaian Alat

Disediakan adaptor dengan tegangan sebesar 12 V dan kuat arus sebesar 10 A. Kemudian dihubungkan elektroda Aluminium dengan ketebalan 0,5 mm, Lebar 2 cm, dan panjang 10 cm dengan menggunakan kabel tembaga. Lalu elektroda Aluminium siap untuk dicelupkan kedalam sampel.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

Keterangan :

1. Sumber Tegangan
2. Bak Sampel
3. Elektroda
4. Kabel Tembaga

6. Optimalisasi Sampel

Optimalisasi Sampel pada pH 4

Sebanyak 1 L sampel dimasukkan kedalam Beaker glass dan diatur pH-nya pada pH 4. Elektroda Aluminium yang telah dirangkai dicelupkan kedalam sampel. Lalu dihidupkan alat selama 0, 15, 30, 45, dan 60 menit sampai terbentuk dua fase yaitu larutan dan endapan. Larutan yang

terbentuk kemudian dipreparasi lalu diperiksa kadar Zn-nya dengan menggunakannya Spektrofotometer Serapan Atom. Dilakukan perlakuan yang sama untuk optimalisasi sampel pada pH 7 dan pH 8.

7. Preparasi Terhadap Sampel

Sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam beaker glass. Kemudian ditambahkan sebanyak 5 mL HNO₃ pekat lalu diaduk sampai homogen. Campuran yang diperoleh dipanaskan diatas pemanas listrik sampai hampir kering. Setelah hampir kering lalu didinginkan. Setelah dingin, ditambahkan 50 ml aquadest, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml melalui kertas saring dan ditepatkan 100 ml dengan aquadest. (SNI 06 – 6989 .7 – 2004).

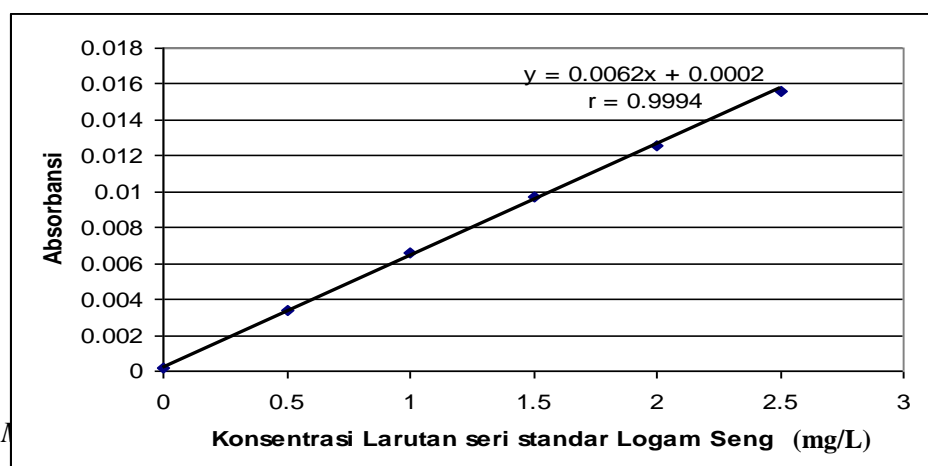
Hasil Penelitian

1. Pengukuran Kandungan Seng (Zn)

Data hasil pengukuran absorbansi dari larutan standar seng (Zn) diplotkan terhadap konsentrasi larutan standar seng (Zn) tertera pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Absorbansi Larutan Standar Zn

Standar Zn (mg/L)	Absorbansi (Abs)
0,0000	0,0002
0,5000	0,0032
1,0000	0,0066
1,5000	0,0097
2,0000	0,0126
2,5000	0,0156



Gambar 2. Kurva Larutan Standar Logam Seng (Zn)

Tabel 2. Penentuan Konsentrasi Logam Zn dengan menggunakan metode *electroplating* koagulasi pada air limbah industri karet dengan variasi pH dan waktu kontak

pH	Waktu Kontak (menit)	Ulangan Bacaan Absorbansi (Abs)			Rata-Rata Konsentrasi (mg/L)
		1	2	3	
4	0	0,0070	0,0070	0,0081	1.2771
	15	0,0070	0,0056	0,0089	1.2753
	30	0,0082	0,0075	0,0070	1.2732
	45	0,0072	0,0080	0,0066	1.2494
	60	0,0070	0,0068	0,0070	1.2001
7	0	0,0066	0,0066	0,0068	1.1310
	15	0,0067	0,0066	0,0066	1.0805
	30	0,0066	0,0066	0,0022	9,6726
	45	0,0057	0,0057	0,0018	7,7535
	60	0,0048	0,0032	0,0019	4,9153
8	0	0,0033	0,0032	0,0017	4,2206
	15	0,0030	0,0031	0,0016	4,1987
	30	0,0025	0,0025	0,0017	4,0326
	45	0,0025	0,0028	0,0015	4,0010
	60	0,0025	0,0024	0,0016	3,9501

2. Penentuan Persentase Penurunan Logam Zn

Dari data diatas dapat dibentuk persentase (%) penurunan konsentrasi logam Zn dengan menggunakan rumus :

$$\text{Persentase}_{\text{penurunan}} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Konsentrasi awal limbah

B = Konsentrasi akhir limbah

maka persentase (%) penurunan konsentrasi logam Zn pada pH 7 (netral)

$$\left(\frac{1.131 \text{ mg/L} - 4.9153 \text{ mg/L}}{1.131 \text{ mg/L}} \right) \times 100\% = 99,56 \%$$

Dengan cara yang sama dilakukan langkah-langkah tersebut untuk menghitung persentase (%) penurunan konsentrasi logam Zn pada tiap-tiap perlakuan. Data selengkapnya pada lampiran .

PEMBAHASAN

Electroplating koagulasi merupakan suatu proses listrik yang digabungkan dengan ilmu kimia, dimana di dalam prosesnya terjadi koagulasi yang kemudian diikuti oleh flokulasi. Sehingga dengan terbentuknya flokulasi yang mengandung logam-logam seperti logam Zn dapat menurunkan konsentrasi logam yang larut di dalam sampel limbah. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi pH sampel tersebut

Pada penelitian ini, variasi pH yang dianalisis adalah 4, 7, dan 8. Setelah dilakukan metode elektrokoagulasi diperoleh penurunan konsentrasi logam Zn yang sesuai dengan tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri . Dari gambar 3 (lampiran) pada pH 4 dengan variasi waktu kontak yang dimulai dari 0, 15, 30, 45, dan 60 menit, didapati waktu kontak 0 menit memberikan nilai 1.277 mg/L. Sedangkan pada waktu 60 menit didapati 1.200 mg/L dengan penurunan konsentrasi sebesar 6,0 %. Konsentrasi yang di peroleh masih terlalu tinggi. Hal ini disebabkan oleh logam Zn dalam bentuk ion Zn^{2+} masih larut di dalam sampel karena hampir semua logam tidak dapat mengendap dalam suasana asam.

Pada pH 7 dengan variasi waktu kontak yang dimulai dari 0, 15, 30, 45, dan 60 menit, didapati waktu kontak 0 menit memberikan nilai 1.080 mg/L. Sedangkan pada waktu 60 menit didapati 4,9153 mg/L dengan penurunan konsentrasi sebesar 99,56 %. Dengan adanya reaksi pada anoda maka ion-ion logam akan direduksi menjadi logamnya sehingga flok yang terbentuk dari $\text{Al}(\text{OH})_3$ mengikat logam Zn. Logam-logam terutama logam Zn (II B) bersifat cenderung mengendap pada pH lebih besar 7 yang membentuk endapan $\text{Zn}(\text{OH})_2$ yang bersifat amfoter.

Dan pH 8 dengan variasi waktu kontak yang dimulai dari 0, 15, 30, 45, dan 60 menit, didapati waktu kontak 0 menit memberikan nilai 4,4206 mg/L. Sedangkan pada waktu 60 menit didapati 3,9501 mg/L dengan penurunan konsentrasi sebesar 10,64 %. Hal ini disebabkan karena hampir semua logam Zn sudah mengendap.

Dari pembahasan diatas dan sesuai KEP-51/MENLH/10/1995 limbah cair yang dapat dibuang ke badan air dengan pH netral 7 dan maksimum kadar logam Zn sebesar 5 mg/L. Maka penelitian ini sangat baik digunakan untuk pengolahan air limbah industri karet.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kondisi optimal metode *electroplating* koagulasi yang paling optimum dalam menurunkan konsentrasi logam Zn pada limbah industri karet yaitu pada pH 7 dengan waktu kontak 60 menit, yakni sebesar 99,56 %. Disarankan bagi peneliti selanjutnya agar dapat menganalisis logam Zn yang diperoleh dari limbah cair industri karet menggunakan metode *electroplating* koagulasi dengan sampel keadaan dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- Harahap, M.R., 2008. Penurunan Kadar Logam Seng Pada Air Limbah PT. Industri Karet Nusantara Dengan Metode Elektrokoagulasi, Medan.
- Khopkar, S.M. 1990. Konsep Dasar Kimia Analitik. Terjemahan : A. Saptohardjo. Jakarta: UI Press.
- Ni'am, M.F. 2007. Removal Of COD and Turbidity To Improve Wastewater Quality Using Electrocoagulation Technique. Malaysia: The Malaysian Journal of Analytical Sciences. Vol 11. No 1 (2007):198-205.
- Patent-6306308. 2001. Inorganic Composition, Process of Preparation and Method of Use. Diakses pada 12 April 2007.
- Proste, R.L. 1997. Theory and Practice of Water and Waste Water Treatment. New York: John Willey & Sons, Inc.
- Rodriguez, J., Et all. 2007. Feasibility Assessment of Electrocoagulation Towards a New Sustainable Wastewater Treatment. Env Sci Pollut Res 14 (7) 477 – 482. Landsberg
- Robert, W. 1986. Handbook of Public Water System. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Sastrawijaya, A.T. 2000. Pencemaran Lingkungan. Cetakan Kedua. Jakarta: Rineka Cipta.
- Samarathunga, I.R. 2007. Application of Electro-Coagulation for the Treatment of Wastewater from Vehicle Service Stations. Proceedings of the Peradeniya University Research Sessions. Vol. 12, Part II. Sri Lanka.
- Sincero, A.P. 1990. Physical-Chemical Treatment of Water and Waste Water. London: CRC-Press
- Sunardi. 2007. Pengaruh Tegangan Listrik dan Kecepatan Alir Terhadap Hasil Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Logam Pb, Cd dan TSS Menggunakan Alat Elektrokoagulasi. Yogyakarta: BATAN.

LAMPIRAN 1

Tabel 3. Parameter Baku Mutu Limbah Cair

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP

NOMOR : KEP-51 / MENLH / 10 / 1995

TENTANG : BAKU MUTU LIMBAH CAIR BAGI KEGIATAN INDUSTRI

TANGGAL : 23 OKTOBER 1995

BAKU MUTU LIMBAH CAIR

NO	PARAMETER	SATUAN	GOLONGAN BAKU	
			MUTU LIMBAH CAIR	
	FISIKA			
1	Temperatur	derajat C	38	40
2	Zat padat larut	mg/L	2000	4000
3	Zat padat tersuspensi	mg/L	200	400
	KIMIA			
1	pH	6,0 sampai 9,0		
2	Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3	Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4	Barium (Ba)	mg/L	2	3
5	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7	Krom Heksavalen (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,1	0,5
8	Krom Total (Cr)	mg/L	0,5	1
9	Cadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
10	Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
11	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
12	Stanum	mg/L	2	3
13	Arsen	mg/L	0,1	0,5
14	Selenium	mg/L	0,05	0,5
15	Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
16	Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,6
17	Sianida (CN)	mg/L	0,05	0,5
18	Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,05	0,1
19	Flourida (F)	mg/L	2	3
20	Klorin bebas (Cl ₂)	mg/L	1	2
21	Amonia bebas (NH ₃ -N)	mg/L	1	5
22	Nitrat (NO ₃ -N)	mg/L	20	30
23	Nitrit (NO ₂ -N)	mg/L	1	3
24	BOD	mg/L	50	150
25	COD	mg/L	100	300
26	Senyawa aktif biru metilen	mg/L	5	10
27	Fenol	mg/L	0,5	1
28	Minyak Nabati	mg/L	5	10
29	Minyak Mineral	mg/L	10	50
30	Radioaktivitas**)	-	-	-

Catatan :

- * Untuk memenuhi baku mutu limbah cair tersebut kadar parameter limbah tidak diperbolehkan dicapai dengan cara pengenceran dengan air secara langsung di ambil dari sumber air. Kadar parameter limbah tersebut adalah limbah maksimum yang diperbolehkan.

** Kadar radioaktivitas mengikuti peraturan yang berlaku.

Tabel 4. Penentuan konsentrasi logam Zn dengan menggunakan metode *electroplating* pada air limbah industri karet pada pH 4

pH	waktu	Absorbansi seng (Zn)								
		Sampel I Ulangan			Sampel II Ulangan			Sampel III Ulangan		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
4	0	0,0071	0,0070	0,0069	0,0068	0,0071	0,0071	0,0072	0,0076	0,0083
	15	0,0068	0,0070	0,0072	0,0060	0,0059	0,0057	0,0075	0,0077	0,0079
	30	0,0080	0,0079	0,0081	0,0065	0,0068	0,0070	0,0071	0,0072	0,0069
	45	0,0069	0,0072	0,0071	0,0080	0,0079	0,0080	0,0070	0,0069	0,0065
	60	0,0070	0,0071	0,0069	0,0065	0,0069	0,0069	0,0071	0,0070	0,0072

Tabel 5. Penentuan konsentrasi logam Zn dengan menggunakan metode *electroplating* pada air limbah industri karet pada pH 7

pH	waktu	Absorbansi seng (Zn)								
		Sampel I Ulangan			Sampel II Ulangan			Sampel III Ulangan		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
7	0	0,0065	0,0066	0,0066	0,0067	0,0064	0,0068	0,0068	0,0068	0,0067
	15	0,0066	0,0068	0,0067	0,0066	0,0065	0,0067	0,0066	0,0066	0,0067
	30	0,0065	0,0066	0,0068	0,0067	0,0068	0,0066	0,0025	0,0023	0,0021
	45	0,0057	0,0059	0,0060	0,0059	0,0058	0,0056	0,0022	0,0017	0,0020
	60	0,0050	0,0047	0,0048	0,0030	0,0031	0,0034	0,0019	0,0019	0,0020

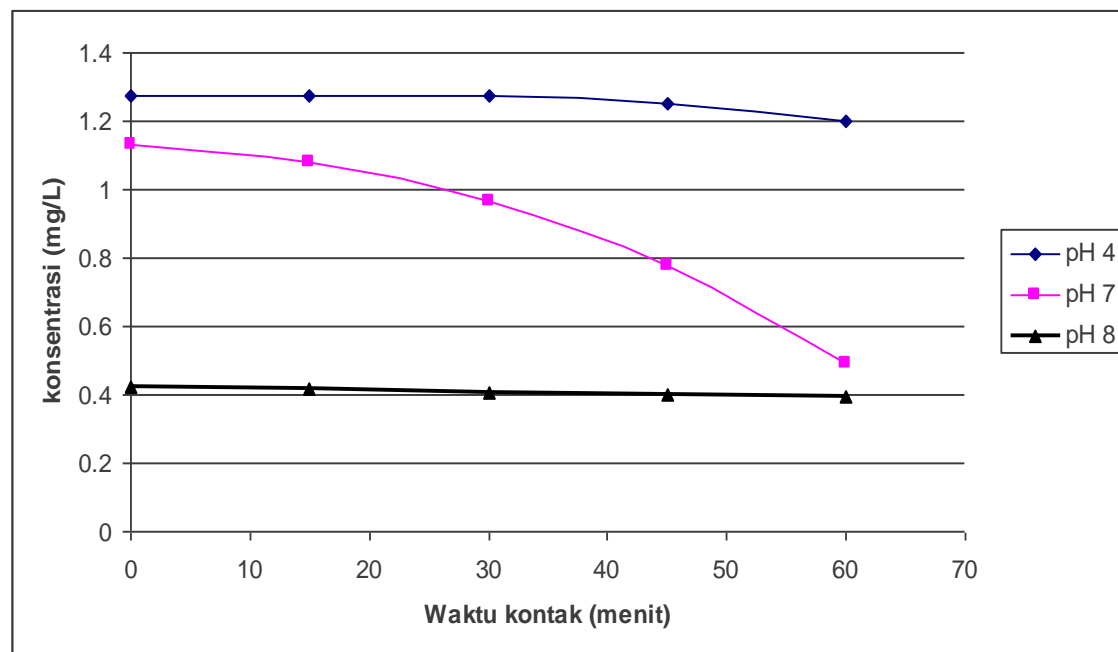
Tabel 6. Penentuan konsentrasi logam Zn dengan menggunakan metode *electroplating* pada air limbah industri karet pada pH 8

pH	waktu	Absorbansi seng (Zn)								
		Sampel I Ulangan			Sampel II Ulangan			Sampel III Ulangan		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
8	0	0,0031	0,0030	0,0032	0,0031	0,0032	0,0032	0,0016	0,0018	0,0016
	15	0,0028	0,0030	0,0030	0,0030	0,0033	0,0029	0,0016	0,0016	0,0017
	30	0,0026	0,0025	0,0025	0,0024	0,0026	0,0025	0,0017	0,0016	0,0018
	45	0,0025	0,0026	0,0025	0,0029	0,0028	0,0028	0,0016	0,0015	0,0017

	60	0,0025	0,0025	0,0027	0,0025	0,0026	0,0024	0,0015	0,0017	0,0016
--	----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabel 7. Penurunan konsentrasi logam Seng (Zn) Setelah menggunakan metode *electroplating* dengan Variasi pH dan Variasi Waktu Kontak (menit)

pH \ Waktu	Persentase Penurunan Konsentrasi Logam Seng Setelah menggunakan metode <i>electroplating</i> dengan Variasi pH dan Variasi Waktu Kontak (menit)				
	0	15	30	45	60
4	0	0,2	0,3	2,1	6,0
7	0	3,9	99,1	99,31	99,56
8	0	2,7	8,77	9,49	10,64



Gambar 3. Penurunan konsentrasi logam Seng (Zn) setelah menggunakan metode *electroplating* dengan Variasi pH dan Variasi Waktu Kontak (menit)